Aus der Universitäts-Frauenklinik Basel
Vorsteher Prof. Th. Koller

Arbeit unter Anleitung von P. D. Dr. R. Wenner

Beitrag zur Frage der Vererbung von Zwillingen anhand eines Stammbaumes

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von

Peter von Planta

aus

Susch, Graubünden

1949 - Buchdruckerei Stäfa AG.

Aus der Universitäts-Frauenklinik Basel
Vorsteher Prof. Th. Koller

Arbeit unter Anleitung von P. D. Dr. R. Wenner

Beitrag zur Frage der Vererbung von Zwillingen anhand eines Stammbaumes

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von

Peter von Planta

aus

Susch, Graubünden

1949 - Buchdruckerei Stäfa AG.

Von der medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von Prof. Th. Koller.

Tag der Promotion: 22. 11. 48.

Einleitung

Die Mehrlingsgeburt wird auch heute noch, trotz ihrer relativen Häufigkeit, bei manchen Völkern als etwas Abnormes angesehen. Bei den einen gilt sie als Geschenk des Himmels, bei den andern als Unglück, Schande oder Zeichen einer ehelichen Untreue.

Für den Geburtshelfer hat die Mehrlingsschwangerschaft- und -geburt mit ihren mannigfachen Komplikationen, als Grenzfall zwischen physiologischem und pathologischem Geschehen, eine besondere Bedeutung erlangt.

Dem Genetiker gibt die Zwillingsforschung wertvolle Aufschlüsse über die Probleme der Vererbung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544301_0108

A. Allgemeiner Teil

I. Zwillingsbildung bei Tieren und Pflanzen

Zwillingsbildung beim Tier und bei der Pflanze sind für uns von grosser Wichtigkeit, da hier die Möglichkeit besteht, im Experiment gewisse Vorgänge bis in alle Detail zu verfolgen.

Beim Menschen ist über die Entstehung von eineiigen (= EZ) und zweieiigen (= ZZ) Zwillingen nur wenig bekannt. Echte Zwillingsbildung ist die Teilung eines befruchteten Keimes nach einer bestimmten Symmetrieebene. Nach Haidenhain ist die Spaltungstendenz «eine immanente Potenz aller genetischen Systeme». Die Spaltungstendenz ist weitverbreitet und kommt bei Wirbeltieren, soweit bis jetzt bekannt ist, nur bei Dasypus als Regel vor. Lotze bezeichnet die Zwillingsbildung, mit Ausnahme der Polyovulation, als Generationswechsel; d. h. eine Fortpflanzung wie sie bei niederen Organismen vorkommt, auf ungeschlechtlichem Weg durch Knospung oder Teilung.

Im folgenden möchte ich einige Beispiele zeigen, die interessante Aufschlüsse für die Bildung von eineiigen Zwillingen geben.

Bei den Tieren ist es mit Ausnahme der Hochentwickelten die Regel, dass mehrere Eier (Polyovulation) befruchtet werden.

Die Zahl der Nachkommen eines Wurfes ist erblich gegeben. Daneben kommt aber auch echte Zwillingsbildung (Polyembryonie) vor.

Driesch gelang es, Seeigeleier im 2- und 4-Zellstadium durch Schütteln zu trennen. Er konnte dadurch Zwillinge, resp. Vierlinge erhalten. Herbst spaltete die Eier, durch Veränderung des osmotischen Druckes, indem er sie in Ca-freies Wasser brachte. Newman zeigte später, dass bei Abstufung der Reizstärke, d. h. variieren des osm. Druckes, Doppelbildungen oder Doppelmissbildungen entstehen.

Bei gewissen Schlupfwespen — Polygnotus minutus und Eucyrtus fuscicollis — welche ihre Eier in Schmetterlingsraupen ablegen, finden wir in einem bestimmten Entwicklungsstadium einen regellosen Zerfall der Kerne. Aus den Trümmern entwickelt sich je 1 gleichgeschlechtliches Individuum. Es handelt sich hier nicht um echte Zwillingsbildung, da die Teilung nicht in einer genau bestimmten Symmetrieebene vor sich geht.

Bei Hecht- und Forelleneiern lassen sich Doppelbildungen resp. -missbildungen ebenfalls durch Schütteln erreichen.

Grosse Berühmtheit erlangten die Versuche von Speemann mit Molcheiern. Die Eier sind ca. 1,2 mm gross. Im 2-Zellstadium konnte Speemann mittels eines Frauenhaares die beiden Hälften trennen. Er erhielt bei vollständiger Trennung Doppelbildungen und bei unvollständiger Trennung Doppelmissbildungen, da jede der beiden Hälften sich nach der Trennung selbständig weiterfurcht. Es ist dies der Beweis, dass Zwillinge aus einem Ei entstehen können, und dass Doppelmissbildungen die Vorläufer davon sind.

Bei Vögeln furcht sich nur die Keimscheibe, nicht das Ei in seiner Gesamtheit. Morita brachte neben die Keimscheibe Stücke von artfremdem Eiweiss, welches durch chemische Reizwirkung Doppelbildungen oder Doppelmissbildungen hervorrufen konnte.

Bei Dasypus novem-cinctus und Dasypus americanus, südamerikanischen Gürteltieren, finden wir regelmässig Bildung von Vier- resp. Acht—Zwölflingen. Von Ihering erkannte, dass die Jungen stets alle dem gleichen Geschlecht angehörten und in 1 Chorion zur Welt kamen. Er schloss daraus, dass es sich in Analogie zum Menschen um EZ handle. Newman und Patterson konnten später die Embryonalentwicklung in allen Punkten aufklären. In den Eileitern fanden sie nie mehr als 1 Ei. Die Ovarien wiesen nie mehr als 1 Corp. luteum auf und in einem bestimmten Entwicklungsstadium, nach einer Ruheperiode, konnten sie regelmässig eine Teilung in 4 resp. 8—12 selbständige Keime nachweisen. Die Mehrlingsbildung aus einem Ei ist hier zur Regel geworden.

Bei Linum usitatissimum fand Kappert, dass die Neigung zur Mehrlingsbildung eine Eigenschaft der Mutterpflanze ist, die sie weiter zu vererben im Stande ist. Wahrscheinlich ist der Erbgang polymer recessiv. Die Penetranz des Genotypus ist nur schwach und durch exogene Momente (Temperatur, Nahrung) beeinflussbar.

Zusammenfassung: Mehrlingsbildung aus 1 Ei ist beim Tier und der Pflanze experimentell durch rein mechanische, physikalische oder chemische Beeinflussung zu erreichen. Es ist möglich, dass die Entstehungsbedingungen beim Menschen ähnliche sind.

II. Entstehung der Zwillinge

a) Entstehung der zweieiigen Zwillinge.

Um allen Erbtheorien gerecht werden zu können, erklärt man sich heute das Entstehen der zweieiigen Zwillinge durch verschiedene Möglichkeiten.

1. Entstehung der ZZ durch Polyovulation ist wahrscheinlich die Regel. ZZ können entstehen aus einer ovulatio uniovarialis bifollicularis, aus einer ovulatio biovarialis oder aus einer ovulatio uniovarialis unifollicularis. Diese drei Möglichkeiten sind durch viele Autopsien bestätigt worden. Bumm und

Strassmann beschrieben Fälle, bei denen der Eierstock reichlich Follikel mit 2 ja sogar 3 Eiern enthält.

2. Um erstens die Entstehung der ZZ auch durch eine Mitwirkung des Gatten und zweitens eine gemeinsame Entstehungsursache für ZZ und EZ erklären zu können, stellte Curtius mit Hilfe von Herbst die Hypothese des «Spaltungsfaktor» auf. Sie beruht auf einer Beobachtung von Sobotta bei Kaltblütern wie Amphioxus, Petromyzon, Teleostiern und Amphibien, und anderseits bei der Maus einem Säuger, dass die zweite Reifeteilung erst nach Eindringen des Samenfadens vor sich geht. Ohne Befruchtung geht das Ei mit dem 2. Polkörperchen zu Grunde. Weiter erkennt Sobotta bei seinen cytologischen Studien an Mäuseeiern, dass auch das 2. Polkörperchen befruchtbar ist. Er sagt: «Die Richtungskörperchen sind nicht bloss wohl ausgebildete Zellen, sondern reife Geschlechtszellen mit reduzierter Chromosomenzahl. Ich halte es für durchaus möglich, dass auch mal ein Richtungskörperchen befruchtbar wird.»

Ausgehend von dieser Beobachtung glaubt Curtius den Vorgang analog auch für den Menschen annehmen zu können: «dass nämlich ein mit dem Spaltungsfaktor belastetes Spermium nun die Reifeteilung so abändern könne, dass nicht zwei Zellen ungleicher Grösse (Ei und 2. Polkörperchen), sondern zwei gleichgrosse, jedenfalls gleichwertige Zellen entstünden. In der einen Zelle lägen dann der mütterliche und der väterliche Vorkern, in der anderen nur der Erstere. Letzterer würde nun durch ein 2. Spermium befruchtet (diese sind ja in genügender Menge vorhanden und bleiben bekanntlich noch längere Zeit lebensfähig). Die beiden Zygoten entwickeln sich und liefern unähnliche (da ja erbverschieden) Zwillinge, die scheinbar zweieiig sind, tatsächlich aber aus einem Ei und dem dazugehörigen Richtungskörperchen stammen.» So entstehen erbverschiedene eineiige Zwillinge. Ist der Spaltungsfaktor im homozygoten Zustande bei der Frau vorhanden, so kann er auf ein frühes Entwicklungsstadium des Eis im Ovar einwirken und zwei getrennte Eianlagen zur Ovulation bringen, die dann durch zwei verschiedene Spermien befruchtet würden.

b) Entstehung der eineiigen Zwillinge.

Auch für die Entstehung der EZ sind verschiedene Möglichkeiten vorgeschlagen, da darüber noch keine sicheren Befunde vorliegen.

1. Curtius glaubt, dass zur Bildung der EZ eine vom Vater oder von der Mutter erblich festgelegte Spaltungstendenz notwendig sei. Die Verdoppelung der Embryonalanlage kann in verschiedenen Zeitpunkten vor sich gehen. Das Entstehen der echten erbgleichen EZ durch den Vater hat man sich nach Curtius so zu denken: «Die Befruchtung findet auf einem späteren Stadium der zweiten Reifeteilung statt, wo letztere nicht mehr durch den Spaltungsfaktor abgeändert werden kann, oder gar nach derselben statt (eine Rhytmusstörung, die ja ohne Schwierigkeiten erblich fixiert gedacht werden

könnte). Da die Abspaltung des zweiten Richtungskörperchens schon erfolgt ist, kann sich der Spaltungsfaktor nur auf die reife Eizelle auswirken und veranlasst diese zu einer Spaltung in zwei völlig äquivalente Tochterzellen.» Befindet sich der Spaltungsfaktor im Ei, so entstehen EZ, wenn dieser erst nach der Befruchtung zur Auswirkung kommt. Für die Verschiedenheit der Eihautbildung hat Sobotta eine ausgezeichnete Erklärung gefunden. Nach seiner Ansicht sind die beiden ersten Furchungszellen schon nicht mehr totipotent. Die eine, die Embryonalblastomere liefert den Embryo, während die andere die Eihäute hervorbringen soll. Die verschiedenen Eihautbefunde entstehen entsprechend dem Zeitpunkt der Spaltung der Blastomeren, und entsprechend der Einwirkung des Spaltungsfaktors auf eine oder beide derselben. Teilen sich die beiden Blastomeren zur selben Zeit, so entstehen Bichoriaten und Biamnioten. Umgekehrt entstehen Monochoriaten und Monoamnioten, wenn sich die Spaltungstendenz erst nach einer gewissen Latenzzeit auf die Embryonalblastomere auswirkt, und die die Eihäute hervorbringende Blastomere gar nicht vom Spaltungsfaktor betroffen wird. Man unterscheidet folgende Möglichkeiten:

aa) Bichoriaten und Biamnioten. Teilung vor Implantation und Differenzierung des Trophoblastes. Jedes Ei hat je 1 Amnion, Chorion und Dottersack. Scheidewand aus 4 Blättern. Teilung der Blastomeren je am Beginn der Entwicklung.

bb) Monochoriaten-Biamnioten. Teilung nach Bildung des Trophoblastes im Stadium des Embryonalknotens. Man findet 1 Chorion, aber je 2 Amnien und Dottersäcke. Scheidewand 2 Blätter. Spaltungstendenz der Embryonalblastomere wirkt sich erst im Stadium des Embryonalknotens aus.

cc) Monochoriaten-Biamnioten. Teilung etwas später als Stad. bb. Es besteht 1 gemeinsames Chorion und Dottersack, aber 2 getrennte Amnien. Scheidewand zweiblätterig. Spaltungstendenz wirkt noch später.

dd) Monochoriaten-Monoamnioten. Teilung im Stadium des Embryonalschildes. Es besteht 1 gemeinsames Amnion, Chorion und Dottersack für beide Kinder. Keine Scheidewand zwischen den beiden Feten. Bei unvollständiger Teilung entstehen Doppelmissbildungen, Spaltungstendenz im Stadium des Embryonalschildes.

2. Broman weist darauf hin, dass Eier auch durch abnorme zweiköpfige Spermatozoen befruchtbar sind. Hoefer diskutiert die Möglichkeit der Befruchtung von doppelkernigen Eiern durch doppelköpfige Spermatozoen. Diese beiden Befunde haben aber nie eine Bestätigung erfahren.

3. Die oben erwähnten, bei den Tieren möglichen Bildungen von EZ durch rein mechanische, durch Veränderung des osmotischen Druckes oder durch chemische exogene Einwirkung auf das Ei spielen vielleicht auch beim Menschen eine Rolle. So glaubten Strassmann und Prinzing, die EZ besonders bei Primiparen und bei älteren Gebärenden fanden, dass dieses Phäenomen durch die ungünstigen Schleimhautverhältnisse erklärt werden könne. Bei

jungen Erstgebärenden nehmen sie nach Newmann's Theorie eine Unter- oder Dysfunktion des Corpus luteum an, wodurch die Vorbereitung der Schleimhaut und gleichzeitig die Nidation des befruchteten Eies verzögert würde. Während der Ruhezeit soll sich analog zu Dasypus als Ausgangspunkt für die Zwillingsbildung eine zweite Wachstumsspindel bilden. Bei älteren Frauen würde die Nidation durch die narbige und atrophische Schleimhaut verhindert.

4. Nach Newmann kann auch das Sperma einen Stoff enthalten, der die Entwicklung des Eies bis zur Nidationsreife verhindern soll.

Zusammenfassend sehen wir, dass uns über die Entstehung der Zwillinge noch herzlich wenig bekannt ist. Um allen Entstehungshypothesen gerecht zu werden, sollte man die Zwillinge nicht mehr als eineiig oder zweieiig bezeichnen, sondern sie nach der kritischen Auswertung aller Ähnlichkeitsfaktoren in die Gruppen der Erbgleichen resp. Erbungleichen einreihen.

Die Ausgestaltung der Plazenten und Eihäute stellt von Verschuer (erweitert durch Stöckel) in folgender Übersicht zusammen:

<table>
<tr><th>Ursache</th><th>Art der Entstehung</th><th>Zeitpunkt d. Zw.bildung</th><th>Eihäute</th><th>Plazenta</th><th>Bezeichnung der Zw.</th></tr>
<tr><td>Polyovulation</td><td>Gleichzeitige Befruchtung 2er Eier aus 1 od. 2 Foll. durch 2 Spermien</td><td>Befruchtung</td><td rowspan="2">Chorion und Amnion doppelt</td><td rowspan="2">doppelt oder sek. einfach durch Verwachsung</td><td rowspan="2">ZZ erbverschieden</td></tr>
<tr><td>Erbl. Spaltungstendenz</td><td>Befruchtung von Ei und grossem Richtungskörperchen durch 2 Spermien, oder zweikerniges Ei durch 2. Sperma</td><td>Befruchtung</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Erbl. Spaltungstendenz</td><td rowspan="3">Spaltung der Embryonalanlage</td><td>Furchung vor Differenzierung in Embryo- und Trophoblast</td><td>Chorion und Amnion doppelt</td><td>meist durch Verwachsung sek. einfach sonst doppelt</td><td rowspan="3">EZ erbgleich</td></tr>
<tr><td>nach Diff. in Embryoblast und Trophoblast</td><td>Chorion einfach, Amnion doppelt</td><td rowspan="2">durch Anlage primär einfach</td></tr>
<tr><td>Bei Diff. von Embryonalschild und Primitivstreifen</td><td>Chorion und Amnion einfach</td></tr>
</table>

III. Häufigkeit der Mehrlinge

a) Berechnung nach Hellin.

Um die Häufigkeit der Mehrlingsgeburten statistisch errechnen zu können, stellte Hellin 1895 eine Berechnungsmethode auf, nach der auf rund 80 Einzelgeburten 1 Zwillingsgeburt trifft. Die Häufigkeit der Graviditäten mit mehr als zwei Früchten nimmt geometrisch proportional zu der Zahl der gleichzeitig geborenen Einlingsfrüchte ab.

Es sind:

$$\frac{\text{Zw.}}{\text{Geb.}} = \frac{\text{Dr.}}{\text{Zw.}} = \frac{\text{Vierl.}}{\text{Dr.}} = \text{usw.} \quad \frac{\text{n . linge}}{\text{n} + 1 \text{ linge}} \sim \frac{1}{80}$$

oder:

Zwillinge	auf 80	Einzelgeburten	
Drillinge	auf 80^2	„	6 400 Geburten
Vierlinge	auf 80^3	„	512 000 „
Fünflinge	auf 80^4	„	40 960 000 „

Die Hellin'sche Regel besagt einfach, dass es sich bei der Entstehung von Mehrlingsgeburten um ein bestimmtes grundlegendes Wahrscheinlichkeitsverhältnis handelt, das sich bei der Entstehung der nächstgradhöheren Klasse «reproduziert». Für Haussäugetiere trifft nach Richter die Hellin'sche Regel nicht zu.

b) Statistische Beweise dieser Zahlenverhältnisse.

Das Gesetz Hellin's ist durch zahlreiche Statistiken bestätigt worden.

G. Veit fand aus der Geburtsstatistik Preussen's von 1826—1829 bei 13 360 557 Geburten:

Zw. 1 : 89 Dr. 1 : 89^2 Vierl. 1 : $71{,}9^3$.

Aus einer Statistik von Prinzing, die die Geburten von Preussen 1871 bis 1880 behandelte, geht hervor:

Zw. 1 : 85,6 Dr. 1 : 84^2 Vierl. 1 : 92^3.

Die Statistik von Ruppin über 103 000 000 Geburten in Preussen 1890 bis 1899 ergab:

Zw. 1 : 80 Dr. 1 : $86{,}6^2$.

Guzzoni errechnete aus 181 000 Geburten:

Zw. 1 : 87 Dr. 1 : $84{,}3^2$.

Wappäus 1859 stellte sämtliche Geburten Mitteleuropas während 15 Jahren zusammen:

Zw. 1 : 89 Dr. 1 : 89^2.

Neefe's Statistik von 1870 zeigte bei 50 000 000 Geburten folgende Resultate:

Zw. 1 : 82,7 Dr. 1 : $80{,}2^2$ Vierl. 1 : 82^3.

Und endlich berechnete Wenner und Stöcklin aus 81 761 Geburten an der Frauenklinik Basel von 1896—1946:

Zw. 1 : 80.

Diese Zahlen liegen alle innerhalb der zu erwartenden Streuung.

Schon Vierlinge sind ein seltenes Ereignis. Wir finden in Engelhorn's statistischem Jahrbuch 1923 für die Jahre 1913—1921 in Deutschland ein Schwanken der Vierlinge zwischen 1—7, bei gleichzeitig 210—220 Drillingen. Über Fünflinge finden wir in der Literatur Angaben von über 30 Fällen. Es sind in den letzten Jahren auch einige Fälle von überlebenden Fünflingen bekannt geworden, so die kanadischen und die argentinischen. Von Sechslingen berichten Baudouin, Vasalli, Vortisch und Fisch. Ein sicherer Fall von Siebenlingen ist in der Literatur nicht bekannt. Nur Barfurth 1895 und Volkmann 1899 berichten über den sagenhaften Fall von Hameln an der Weser.

Zusammenfassung: Beim Vergleich der gefundenen Werte erhalten wir für rassisch stark gemischte Gebiete die Durchschnittszahl 85 (Martius), die wir der Hellin'schen geometrischen Reihe zu Grunde legen müssen.

Also:

Zw. -frequenz	1 : 85	=	1,18	%
Dr. „	1 : 85^2	= 7 225	= 0,0038	%
Vierl. „	1 : 85^3	= 614 125	= 0,00016	%
Fünfl. „	1 : 85^4	= 25 200 625	= 0,000004	%

c) Verhältnis EZ zu den ZZ.

Nach den neusten Untersuchungen ist die Diagnose EZ oder ZZ nicht in allen Fällen mit Sicherheit aus den Eihäuten stellbar. Es ist häufig aufgefallen, dass die Ähnlichkeit zweier Bichoriaten und Biamnioten in allen wesentlichen Punkten so weitgehend übereinstimmte, wie dies sonst nur bei EZ der Fall ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Geschwister, in diesem Falle zweieiige Zwillinge, vollständig erbgleich sind, ist nach den Berechnungen von Friedenthal 1 zu 200 000 Trillionen und somit ausschliessbar.

Publikationen von: Siemens, Lenz und v. Verschuer und spätere Untersuchungen von Kiffner, Curtius, Steiner, Lassen und Szendy konnten zeigen, dass eineiige erbgleiche Zwillinge auch als Bichoriaten und Biamnioten auftreten können. Nach ihren Untersuchungen sollen EZ in den oben beschriebenen Formen auftreten.

Es gilt also:

1. Monochoriaten sind immer EZ und erbgleich. (Ausn. s. 6.)
2. Nicht alle Bichoriaten sind ZZ und erbungleich.
3. Verschiedengeschlechtliche Zwillinge sind immer zweieiig und erbungleich.
4. Bei gleichgeschlechtlichen Bichoriaten kann die Diagnose EZ nur durch die Ähnlichkeit gestellt werden.
5. Verhältnisse des Plazentarkreislaufs sind heute noch nicht mit Sicherheit für die Unterscheidung EZ-ZZ verwendbar.
6. In unsicheren Fällen muss die Eihautdiagnose immer mikroskopisch nachgeprüft werden. In seltenen Fällen können nach Untersuchungen von Loeb aus Bichoriaten durch Zerstörung der Scheidewände Monochoriaten, ja sogar Monoamnioten entstehen, oder es können durch Verklebung der Eihäute von Bichoriaten Monochoriaten vorgetäuscht werden.

Steiner findet in seinen von 1928—1935 untersuchten Fällen:

Eihautbefund	Zahl der untersuchten gleichsex. Zwillinge	Ähnlichkeitsuntersuchung	
		erbgleich	nicht erbgleich
2 Chorien 2 Amnien	100	24	76
1 „ 2 „	32 { 29	29	—
1 „ 1 „	32 { 3	3	—

Wir haben damit einen deutlichen Beweis, dass ein gewisser Teil der Bichoriaten und Biamnioten zur EZ-Klasse gehört. Für die Ähnlichkeitsdiagnose verwendet Steiner: Haarfarbe, Augenfarbe, Hautfarbe, Blutgruppen, Furchenbildung der Zunge, Handform, Papillarsystem, Ohrrelief u. a. Die Merkmale sind erst nach 4—6 Monaten mit Sicherheit verwertbar.

Durch diese neue Art der Diagnosestellung sind alle Untersuchungsergebnisse bis anfangs der dreissiger Jahre, die auf der Identität von Bichorie und Zweieiigkeit beruhen, und die dazu vielfach noch an anderen Ungenauigkeiten und statistischen Fehlern kranken, hinfällig geworden.

Nach Berechnungen aus deutschen Geburtsstatistiken rechnet man heute ca. 25 % (früher 12—15 %) aller Zwillingsgeburten zu den Eineiigen, resp. 0,3 % aller Geburten überhaupt. Oder auf 340 Einzelgeburten kommt eine eineiige Zwillingsgeburt.

Um auch aus grossem Geburtenmaterial ohne Eihautbefunde das Verhältnis EZ zu ZZ auf einfache Weise berechnen zu können, stellte Weinberg 1901 seine Differenzmethode auf. Sie konnte bis 1930 nie richtig anerkannt werden, da ihre Resultate scheinbar nicht mit den klinischen Befunden übereinstimmten. Erst durch diese neuen Untersuchungen ist sie zu ihrem Recht gekommen.

d) Differenzmethode nach Weinberg.

Diese Methode stellt eine Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung dar. Sie ist nur anzuwenden, wenn das zu untersuchende Material genügend gross ist. Wegen der Variabilität der Knabengeburten ist sie nicht absolut genau. Der Fehler geht aber nach Weinberg nur so weit, dass die EZ um 1 % zu häufig und die ZZ um 1 % zu selten erscheinen.

Mit dieser Methode lässt sich aus der Gesamtzahl der Zwillinge und ihrer leicht bestimmbaren Aufteilung in verschieden- und gleichgeschlechtliche der Anteil der EZ auf einfache Weise berechnen.

Weinberg geht von der Annahme aus, dass bei der Entstehung von ZZ die 4 Kombinationen:

$$MM,\ MW,\ WM,\ WW;$$

die gleiche Wahrscheinlichkeit besitzen;

$$w\ (MM) = w\ (MW) = w\ (WM) = w\ (WW) = 1/4$$

und deshalb bei grossen Statistiken im Mittel ungefähr gleich häufig seien.

Daher gilt nach Weinberg:

$$\begin{aligned} [MM] + [WW] &= [MW] + [MW] \\ &= 2MW = 2PZ \\ &= 2PZ \end{aligned}$$

oder $EZ = \text{Gesamtzahl Zw} - 2 \times [PZ]$

oder Zahl der gleichgeschl. Zw. $- [PZ] = [EZ]$

PZ = Pärchenzwillinge. M = Männlich.
[ ] = Gesamtzahl der betreffenden Kombination. W = Weiblich.

Die Annahme, dass die Zahl der PZ ungefähr gleich der Hälfte aller Zwillinge ist, kann man annähernd genau auf Grund von Weinberg's allgemeinen Geburtenziffern erhärten. Wäre die Wahrscheinlichkeit der Knabengeburt nicht variabel, so hätten wir immer 106 Knabengeburten auf 100 Mädchengeburten, oder 0,516 Knaben auf 0,484 Mädchen. Folglich wäre die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von Knaben und Mädchen $2 \cdot 0{,}514 \cdot 0{,}486 = 0{,}499$. Die Wahrscheinlichkeit von Pärchen ist also beinahe

mathematisch genau die Hälfte. Folglich darf man die ZZ der doppelten Zahl der Pärchen gleichsetzen.

Nach dieser Methode fand Weinberg den Prozentsatz der EZ in verschiedenen Statistiken zwischen 23,4 % und 31 %. Diese Zahlen stimmen mit den neusten Untersuchungsresultaten überein, basierend auf der Annahme von Siemens, Lenz etc. Schon Bertillon und Hensen hatten vor Weinberg ähnliche Berechnungsmethoden aufgestellt, die sie aber wegen der Unstimmigkeit zwischen ihren Resultaten (30 % resp. 26 %) und den wirklichen klinischen Eihautbefunden wieder fallen liessen.

e) Berechnung der Häufigkeit von wiederholten Zw.geburten.

Über die Häufigkeit von wiederholten Mehrlingsgeburten in einer Familie finden wir in der Literatur zahlreiche Angaben.

Valenta veröffentlichte den von Boer 1804 beobachteten Fall «über die Fruchtbarkeit eines armen Weibes». Dieses gebar in 11 Geburten 3mal Zwillinge, 6mal Drillinge und 2mal Vierlinge. Sie selbst war ein Vierling und der Ehemann ein Zwilling.

Eigenartig ist auch das Beispiel des Bauern Wasiljew, der mit seiner ersten Frau 4mal Vierlinge, 7mal Drillinge und 16mal Zwillinge und mit seiner zweiten Frau 2mal Drillinge und 6mal Zwillinge gezeugt haben soll. Auch Hellin berichtet über 237 Fälle von wiederholter Mehrlingsschwangerschaft. Unter 200 Fällen von Mehrlingsschwangerschaften an der Basler Frauenklinik von 1911—1921 findet Galinsky eine Wiederholung in 10 Fällen.

Weinberg stellte anhand seines stuttgarter Materials eine statistische Methode auf, mit der sich die Häufigkeit der Wiederholung von Mehrlingsgeburten errechnen lässt. Diese Methode gilt nur für zahlenmässig grosses bevölkerungsstatistisches Material und darf nicht für die Berechnung in kinderreichen Sippen und Familien angewandt werden.

Er findet eine Wiederholungsziffer bei ZZ 1 : 30
bei EZ 1 : 85

Dieses Verfahren lässt sich auch auf die Geburten der Mütter, Töchter und Schwestern der Zwillingsmütter anwenden. Weinberg findet bei Müttern, Töchtern und Schwestern von Frauen, die ZZ geboren hatten eine Wiederholung von 1 : 53, bei solchen die EZ geboren hatten eine Ziffer von 1 : 89. Er schliesst daraus, da bei den EZ Erfahrung und Berechnung übereinstimmt, dass nur für die Entstehung der ZZ eine erbliche Anlage vorhanden sei.

Höhere Werte erhält Dahlberg auf Grund von Berechnungen mit Weinberg's Methode an seinem Material aus Schweden. Er findet eine Wiederholungsziffer von ~ 6 % (6,72 % für die Mütter von verschiedengeschlecht-

lichen Zwillingen, und 5,76 % für solche mit gleichgeschlechtlichen Zwillingen, d. h. Eltern mit Zwillingsanlage haben neben 94 Einzelgeburten 6 Zwillingsgeburten. Die kleinere Wiederholungsziffer für EZ, die zwar kaum grösser als die Fehlergrenze ist, ist auch hier ein Hinweis EZ und ZZ getrennt zu untersuchen.

Zusammenfassung: Es ist eine altbekannte und häufig untersuchte Tatsache, dass oft wiederholte Zwillingsschwangerschaften in einer Sippe vorkommen. Was ist die Ursache dieser Abweichungen von der gewöhnlichen Einlingsschwangerschaft? Sind es exogene Einflüsse, handelt es sich um einen Rückschlag in der phyllogenetischen Entwicklungsreihe, haben wir einen Zusammenhang mit Geisteskrankheiten oder Intoxikationserscheinungen wie behauptet wird, oder liegt einfach eine erbliche Anlage zu Zwillingsschwangerschaft vor?

Im folgenden sollen einige der aufgestellten Theorien erläutert werden.

IV. Umweltsfaktoren und Zwillingshäufigkeit

Lenz nimmt an, dass die Anlage zu Zwillingsschwangerschaft in jeder Erbmasse verankert sei und die Unterschiede in der Manifestationshäufigkeit einzig durch äussere Einwirkungen (Rasse, Klima etc.) hervorgerufen seien. Mit Recht nimmt Lenz nur die Polyovulation als beeinflussbar an, da für die übrigen Zwillingsentstehungstheorien komplizierte Hilfshypothesen aufgestellt werden müssten.

Dass äussere Einwirkungen eine Rolle spielen können, geht mit Sicherheit aus der wechselnden Zwillingshäufigkeit in verschiedenen Ländern hervor. Wie weitgehend und welcher Natur diese sind, soll der folgende Abschnitt zeigen.

Die Statistik von Davenport 1930, aus der Arbeit «Wurfgrösse und Breitengrad», gibt einen guten Überblick über die prozentuale Häufigkeit der Zwillingsgeburten in verschiedenen Ländern.

Er findet:

Chile*	5,74 %	Zwillingsgeburten
Norwegen	2,7 %	„
Schweden	1,48 %	„
Finnland	1,42 %	„
Dänemark	1,39 %	„
Holland	1,34 %	„
Deutschland	1,25 %	„
Irland	1,24 %	„
Schottland	1,21 %	„

* Diesen Wert bezweifelt Davenport.

Neu-Schottland	1,17 %	Zwillingsgeburten
Italien	1,13 %	„
Frankreich	1,09 %	
Oesterreich	1,04 %	„
Rumänien	0,88 %	„
Spanien	0,87 %	„
Hawaii	0,8 %	„
Rio de Janeiro	0,77 %	„
Japan	0,7 %	„
Ceylon	0,54 %	„

Diese Zahlen sind gestützt durch viele andere Angaben. Wir finden eine Abnahme der Zwillingshäufigkeit von Norden nach Süden. Für die nördlichen Länder ist der Durchschnittswert ca. 1,5 %, für Mitteleuropa 1,25 % und für die südlichen Gegenden ca. 1 %. Für Frankreich zeigt Puech ein Sinken der Zwillingsfrequenz von 1,13 % im Norden auf 0,78 % im Süden. Dasselbe erkennt Patellani für Italien, wo im Norden 1,8 % und im Süden 0,78 % aller Geburten Zwillinge sind. Für die Provinzen Venezien und Emilia fand Prinzing Werte von 1,48 %, für Sizilien 0,95 % und Calabrien 0,81 %. Taku Komai und Gorô Fukuoka errechneten für Japan eine Zwillingshäufigkeit von 0,41 % oder auf 307 Geburten eine Zwillingsgeburt. Davon sind: 1/6 PZ oder 1/3 ZZ und 2/3 EZ = ca. 0,3 %, d. h. die Häufigkeit der EZ ist prozentual dieselbe wie in Europa. Die Häufigkeit der ZZ dagegen eine 3–4 mal kleinere.

Als äussere Ursache kommen in Frage:

a) Rasse.

Ursache der wechselnden Zwillingshäufigkeit in den verschiedenen Ländern ist sicher zum Teil die rassische Abstammung. Die Rasse kann aber nicht als Einzelursache für die differierende Zwillingshäufigkeit angenommen werden, da wir die später zu besprechenden exogenen Faktoren nie ausschliessen können und rein-rassige Gebiete selten sind.

Die Ansicht einiger Autoren:

Weinberg misst den rassischen Einflüssen nur eine geringe Bedeutung zu. Nach der Ansicht von von Verschuer lässt sich die Rasse als Einfluss zur Erhöhung der Zwillingsfrequenz nicht sicher beweisen. Puech führt die verschiedene Frequenz in Frankreich weniger auf die Rasse, als auf die verschiedene Fruchtbarkeit zurück. Auch Prinzing bejaht diese Frage. Für ihn spielt das Alter der Mutter, die vorausgegangenen Geburten und die klimatischen Einflüsse nur eine geringe Rolle. Er glaubt vielmehr, dass die ver-

schiedene Häufigkeit der Mehrlingsgeburten rassisch bedingt ist. Er nimmt an, dass dort, wo mehr Zwillinge sind, die Frauen eine grössere Neigung zu Polyovulation haben. Diese Neigung betrachtet er als rassisches Merkmal. Die Anlage findet er hauptsächlich bei keltischen, teutonischen und anderen nordischen Rassen. Weniger bei Slawen und am seltensten bei Romanen. Er beweist diese Annahme mit der höheren Zwillingsfrequenz in Nordfrankreich, Oberitalien und den nördlichen Teilen der Schweiz, wo der Einfluss der oben genannten Rassen grösser sein soll. Dahlberg anerkennt die stärkere Einwirkung der nordischen Rassen ebenfalls, weist aber darauf hin, dass spätes Heiratsalter und Klima nicht zu vernachlässigen seien.

Zusammenfassung: Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Rasse einen Einfluss auf die Zwillingshäufigkeit hat. Die Grösse desselben lässt sich aber nicht genau angeben. Interessant wären Zwillingsstatistiken von Japanern in Südamerika, oder solche von Italienern in New York. Denn dadurch hätten wir erstens relativ rein-rassiges Material, und zweitens hätten wir eine Möglichkeit, das Klima näher zu erfassen.

Über Rasse und Verhältnis EZ zu ZZ ist nichts bekannt.

b) Klima.

Puech lehnt in seiner Arbeit jeden Einfluss von Klima und Bodengestaltung ab. Stöckel hingegen weist dem Klima eine gewisse Bedeutung zu. Patellani hält die örtlichen Häufigkeitsdifferenzen für weitgehend durch das Klima erklärt. Dass die athmosphärischen, geologischen und meteorologischen Einzelfaktoren eine Rolle spielen, zeigt auch Wehefritz in der Abhängigkeit von Menarche, Menstruationstyp und Wehenbeginn vom Klima. Die Eintrittszeit von Menarche und Klimakterium finden auch Disch, Steiger, Malmio und andere vom Klima abhängig. Davenport erklärt die Abnahme der Zwillingshäufigkeit in südlichen Ländern durch klimatisch bedingte Hormonumstimmung, die eine Änderung des Ovulationsrhythmus und damit eine Verminderung der Mehrlinge zur Folge haben sollen.

Zusammenfassung: Wir haben in südlichen Ländern eine andere hormonale Steuerung des Genitalapparates, die eine Verminderung der durch Polyovulation bedingten Mehrlinge zur Folge haben kann.

c) Stadt und Land.

Nach Neefe sind Zwillinge häufiger auf dem Land. Aus der preussischen Geburtsstatistik findet Weinberg, dass EZ in Stadt und Land gleich häufig sind, während die ZZ deutlich seltener in der Stadt vorkommen. Er erklärt sich dies, dass auf dem Lande im allgemeinen mehr Kinder geboren werden,

wobei (siehe unten) im höheren Alter der Mutter mehr Chance für eine Zwillingsgeburt bestehe. Dahlberg findet aus der französischen Geburtsstatistik ebenfalls eine grössere Zahl ZZ auf dem Lande. Lenz nimmt an, dass die grössere Zwillingshäufigkeit auf dem Lande auf einer erhöhten Eierstocktätigkeit beruhe.

Zusammenfassung: Wir haben mehr ZZ auf dem Lande, als in der Stadt. Die Frequenz der EZ ändert sich nicht.

d) Ernährung.

Etwas sicheres über Ernährung und Zwillingshäufigkeit ist bis jetzt beim Menschen nicht bekannt. Wir haben keine brauchbaren Statistiken aus Kriegsländern finden können, die uns einen Aufschluss über die Beziehung Zwillingshäufigkeit und ungenügende Ernährung gegeben haben. Man weiss nur, dass qualitativ und quantitativ gut ernährte Organismen weniger zu Sterilität und Aborten neigen.

An Merinoschafen konnte von Patow zeigen, dass gute Nahrung ein wichtiger Faktor für Zwillingsbildung ist. Er findet bei den reichlich ernährten Marschafen bedeutend mehr Zwillinge, als bei den spärlich genährten Geestschafen. Die Anlage zur doppelten Ovulation ist durch ein doppeltes Genpaar bedingt. Zur Manifestation kommt es aber nur bei genügender Ernährung.

Zusammenfassung: Ein sicherer Einfluss der Ernährung ist nicht bewiesen.

e) Alter der Mutter und frühere Geburten.

Das Alter der Mutter als Ursache der variablen Zwillingshäufigkeit ist von grosser Bedeutung. Es lässt sich statistisch günstig erfassen und untersuchen.

Reihen wir alle Mütter von Zwillingen in Altersklassen ein, in der sie die Mehrlinge geboren haben, so finden wir mit steigendem Alter der Mutter eine deutliche prozentuale Zunahme der Zwillingsgeburten.

Prinzing, Bertillon und Ditzel machen die vorausgehenden Geburten dafür verantwortlich. Sie berücksichtigen in ihren Statistiken nur die Geburten und nicht das Alter der Mutter, so dass diese nicht beweisend sind. Dahlberg widerlegte diese Annahme später mit seiner Statistik von Australien. Er verwendet sämtliche Geburten von Australien von 1908—1923. Die Mütter werden ihrem Alter entsprechend in Jahresgruppen eingeteilt. Von den pro Jahr geborenen Zwillingen stellt er zwei vergleichende Kurven auf, wovon eine die Zahl der legitimen Erstzwillingsgeburten, die andere die Zahl der legitimen Zweit- und späteren Zwillingsgeburten darstellt. Hätte nun die Zahl der vorausgegangenen Geburten einen zusätzlichen Einfluss neben dem

Alter, so müssten wir ein steileres Ansteigen der zweiten Kurve finden. In Wirklichkeit sind beide Kurven ungefähr gleich.

Über das mütterliche Alter mit der grössten Zahl an Zwillingsgeburten stehen sich zwei Ansichten gegenüber, wovon mir die zweite besser belegt zu sein scheint.

1. Göhlert findet das prozentuale Maximum der Zwillingsgeburten bei Müttern im Alter von 26—35 Jahren. Er findet nur eine Zunahme der Zweieiigen parallel zum Alter der Mutter, während nach seiner Statistik die Eineiigen in allen Altersgruppen in ungefähr der selben Häufigkeit auftreten. Auch Rumpe und Prinzing sehen aus ihren Statistiken eine prozentuale Zunahme der Zweieiigen mit dem Alter der Mutter. Die EZ dagegen zeigen in allen Alterskategorien die gleiche Häufigkeit. 50 % ihrer Mütter haben ein Alter von 26—30 Jahren. Orel errechnet eine prozentuale Zunahme der Zwillingsgeburten mit steigendem Alter, sowohl bei EZ als bei ZZ. Rychlewicz trennt nicht in EZ und ZZ und findet die grösste prozentuale Zwillingshäufigkeit im Alter von 28,5 Jahren. Wenner und Stöcklin unterscheiden ebenfalls EZ und ZZ nicht. Aus ihrer Arbeit geht eine deutliche prozentuale Zunahme der Zwillingsgeburten mit zunehmendem Alter der Mütter hervor. Die grösste Zwillingsgeburtenzahl finden sie im Alter von 25—30 Jahren. Rumpe findet die grösste Häufigkeit der ZZ zwischen 26—30 Jahren, während nach ihm die EZ konstant bleiben. Für Quenzel, Hirt, Rabinowitsch, Hust, Wehefritz und andere liegt das Maximum der Zwillingsgeburten in einem Alter von 26—30 Jahren.

2. Eine zweite Gruppe von Autoren findet das prozentuale Maximum an Zwillingsgeburten in der Altersklasse von 35—40 Jahren. So Duncan, Czuber, Apert, Weinberg und Dahlberg. Weinberg zeigt in seinen Berechnungen, dass nur die ZZ zunehmen, während die EZ in allen Altersgruppen gleich bleiben. Die beste Übersicht über diese Frage gibt Dahlberg: anhand seiner Statistiken konnte er zeigen, dass die Neigung zu Polyovulation und nur diese mit steigendem Alter der Mutter zunimmt. Sie soll sich im Laufe vom 20.—40. Altersjahr vervierfachen. Im gleichen Zeitraum soll die Häufigkeit der Drillinge um das zehnfache zunehmen. Er nimmt dafür eine Zunahme des die Ovulation fördernden Hypophysenvorderlappenhormons an, welches an jedem Termin eine immer grössere Zahl von Eiern reifen lassen soll. Er findet ein Ansteigen von 0,4 % ZZ bei Frauen unter 20 Jahren, auf 1,5 % bei solchen von 35—40 Jahren, während der Prozentsatz der EZ dauernd konstant bleibt.

Göhlert glaubte noch eine Abhängigkeit des Geschlechtes der Kinder vom Alter der Eltern gefunden zu haben. Ist der Vater erheblich älter als die Mutter, so haben wir die Entstehung von zwei Knaben. Im umgekehrten Falle von zwei Mädchen. Bei annähernd gleichem Alter sollen sich gleichgeschlechtliche Zwillinge entwickeln. Diese Annahme ist nie bewiesen worden. Für Drillinge zeigt er, dass sie nur von Vielgebärenden oder eher noch von

Müttern mit früheren Mehrlingen auf die Welt gebracht werden. Dasselbe gibt Strassmann an. Er findet in den meisten Familien von Drillingen vorausgegangene Zwillingsgeburten bei der Mutter selbst, oder in deren Aszendenz.

Zusammenfassung: Zwillingsfrequenz steigt im Alter der Mutter von 15—20 Jahren unter 1 % zu einem Maximum von 2 % bei 35—40 Jahren. Zwillingsfrequenz ist im Alter von 35—40 Jahren 3—4mal grösser, als bei der 20—25jährigen Gebärenden. Es werden nur die ZZ betroffen. EZ bleiben konstant.

Ob das Alter des Vaters eine Rolle spielt ist unsicher. Czuber lehnt dies auf Grund seiner Statistiken ab, und auch Dahlberg kann keinen Einfluss finden.

f) Allgemeine Fruchtbarkeit.

Einige Autoren versuchen die Zwillingshäufigkeit auf die allgemeine Fruchtbarkeit zurückzuführen.

Duncan und Kleinwächter finden in Familien mit Zwillingen eine grössere durchschnittliche Kinderzahl. Puech will die Zwillingsfrequenz mit der wechselnden Fruchtbarkeit erklären. Seine These lautet: je fruchtbarer ein Land ist, destomehr Zwillinge hat es; je steriler, destoweniger. So glaubt er auch die grössere Zwillingshäufigkeit in Nordfrankreich gegenüber dem Süden mit der grösseren Geburtenzahl erklären zu können. Auch Neefe zeigt eine grössere Zwillingszahl in fruchtbaren Familien. Er verneint gar einen Einfluss der katholischen Kirche auf die Zwillingshäufigkeit zu finden, da die katholischen Familien kinderreicher seien! Chr. Bonnevie machte in Norwegen Untersuchungen an einer Bauernsippe von 5000 Personen und 1300 Heiraten. Sie findet in gewissen Teilen dieser Sippe einen Durchschnitt von 3,5 % Zwillingsgeburten, gegenüber 1,3—1,4 % im übrigen Norwegen. Dabei findet sie einen Kinderdurchschnitt von 6,72 % in den Zwillingsfamilien, gegenüber 6,38 % in den übrigen Familien. Weinberg dagegen lehnt es ab, dass bei den Müttern von Zwillingen eine erhöhte Fruchtbarkeit vorkomme, dagegen anerkennt er eine solche bei den Müttern der Zwillingsmütter. Auch Prinzing glaubt nicht, dass allein eine erhöhte Geburtenzahl mehr Zwillinge hervorrufen könne. Er konnte anhand von Statistiken zeigen, dass Kinderzahl und Zwillinge nicht parallel gehen, z. B. nahm in Preussen während einer bestimmten Periode die Geburtenzahl ab, während die Zwillinge zunahmen.

Zusammenfassung: Eine abschliessende Meinung lässt sich über diese Frage nicht bilden. Die vorliegenden Statistiken sind zu wenig umfangreich.

Umweltsfaktoren, besonders Rasse, Klima und Alter der Mutter haben sicher einen Einfluss auf die durch Polyovulation entstandenen zweieiigen Zwillinge. Für die eineiigen muss man eine solche Beziehung ablehnen. Die Lenz'sche Ansicht einer in jeder Erbmasse verankerten Anlage zu Zwillingsschwangerschaften, die nur durch äussere Einwirkung manifest wird, mag

für die Polyovulation stimmen. Um das gehäufte Vorkommen von Zwillingen in einer Familie oder gar Sippe erklären zu können, genügt diese Annahme aber nicht.

V. Atavismus und Zwillingshäufigkeit

Nach Wiedersheim soll auch die Frau, wie das Weibchen bei den Menschenaffen, in der Urzeit multipar gewesen sein und nicht 1, sondern regelmässig 2—3 Kinder geboren haben. Diese Anlage ist im Lauf der Zeit verloren gegangen. Uniparität ist heute die Regel. Verschiedene Autoren betrachten deshalb Zwillinge als ein atavistisches Phänomen, d. h. als einen Rückschlag in die Vergangenheit. Sie suchen diese Annahme mit anderen Missbildungen, die ebenfalls einen Rückschritt in der Entwicklung darstellen sollen, wie mangelnde Vereinigung der Müller'schen Gänge oder Polymastie, zu erhärten.

Patellani beschreibt eine Anzahl Fälle von Zwillingsschwangerschaften bei Uterus bicornis und Polymastie. Dunning stellt aus der Literatur die Mütter mit Uterusverdoppelung und überzähligen Brustwarzen zusammen. Unter 246 Geburten findet er 17mal Zwillinge. Den Zusammenhang zwischen Zwillingsschwangerschaft und Genitalabnormität betrachtet er als Beweis für einen atavistischen Vorgang. Unter 70 gebärenden Frauen mit Polymastie findet Leichtenstern dreimal Zwillinge. Auch er fasst dieses Zusammenfallen als Atavismus auf.

Polymastie und mangelnde Vereinigung der Müller'schen Gänge sind jedoch ein seltenes Vorkommnis. Nach Berechnungen von Zimmermann beträgt die Häufigkeit ca. 1—2 %.

Nach den obengenannten Statistiken ist das Auftreten von Zwillingen bei Frauen mit solchen Abnormitäten wiederum nur wenige Prozent, und daher ist obige Annahme ausschliessbar. Weiter handelt es sich bei den genannten Zahlen um ausgewähltes Material. Denn sicher werden Mehrlinge bei Uterusanomalien viel häufiger beschrieben, als dies bei Einlingen der Fall ist.

Zusatz.

Grabe, Kalmus und Larger glauben eine Abhängigkeit zwischen Zwillingshäufigkeit und Geisteskrankheiten gefunden zu haben. Ihre Statistiken sind aber zu klein und erlauben keine Schlüsse.

Auch die Annahme von Fournier, Pointin, Gallo und Popoff, dass Lues eine wichtige Ursache für die verschiedene Zwillingshäufigkeit sei, muss als nicht bewiesen abgelehnt werden.

Zur Erklärung des gehäuften Vorkommens von Mehrlingen bleibt zum Schluss noch die Annahme einer erblichen Anlage zur Entstehung von Zwillingen zu prüfen.

VI. Vererbung der Anlage zu Zwillingen

Wenn wir die Annahme einer speziellen erblichen Anlage zu Zwillingen betrachten, d. h. einer Anlage, die nicht regelmässig in jeder Erbmasse vorhanden sein muss, so stellen sich verschiedene Probleme.

Besteht für ZZ und EZ je eine verschiedene Anlage, oder ist die Erbanlage für beide Zwillingsarten die selbe? Es ist auch möglich, dass nur für eine Zwillingsform eine Anlage vorliegt.

Über alle diese Fragen liegen eine Unmasse von Publikationen vor, die das ganze Bild eher komplizieren, als aufklären.

a) Vererbung der Anlage zu ZZ.

Weinberg weist als Erster anhand seines Stuttgarter Materials statistisch nach, dass die Anlage zur Entstehung von Zwillingen erblich sei. Er berechnet, dass das Auftreten von Zwillingen in bestimmten Familien dreimal so gross ist, als es der Wahrscheinlichkeit entsprochen hätte. Ebenfalls findet er bei den Schwestern, Müttern und Töchtern der Zwillingseltern eine grössere Zwillingsfrequenz, als man es nach den Stuttgarter Erwartungen hätte annehmen müssen. Er zieht daraus den Schluss, dass es sich um eine Anlage mit recessivem Erbgang handle, die nach den Mendel'schen Gesetzen vererbt werde. Der Vater soll dabei nur die Rolle eines Konductors spielen. Kalmus findet in seinen Untersuchungen über die Vererbung der Zwillingsanlage in den belasteten Familien eine Zwillingsfrequenz von 1 : 50, anstatt 1 : 80. Auch er nimmt eine Anlage mit recessivem Erbgang an und glaubt, dass der Vater nur Überträger der Anlage sei. Wehefritz anerkennt auf Grund seiner mathematisch statistischen Untersuchungen eine Vererbung der Anlage zu ZZ. Er glaubt, dass es sich um einen recessiven geschlechtsgebundenen Vorgang handle. Diese Annahme eines geschlechtsgebundenen Erbganges war nicht haltbar und ist von Curtius durch statistische Beweise widerlegt worden.

Bonnevie zuerst allein und später in Verbindung mit Svedrup glauben ebenfalls an das Vorliegen einer erblichen Anlage. Sie finden in ihren untersuchten norwegischen Sippen eine Zwillingshäufigkeit von 3,25—8 %, bei einem Durchschnitt von 1,46 % für Norwegen. Auch sie erklären sich die Anhäufung der Zwillinge durch eine erbliche Anlage mit recessivem Erbgang: erstens, weil 39 % aller Ehen Verwandtschaftsehen sind, zweitens, weil das Material aus einem relativ abgeschlossenen Gebiete kommt und drittens, weil Zwillinge besonders zahlreich in jenen Familien auftreten, in denen beide Partner aus belasteten Sippen stammen.

Die Mütter von Zwillingen nehmen sie als homozygote Töchter (was das Gen Zwillingsschwangerschaft betrifft) zweier heterozygoter Eltern an. In jenen Einzelzweigen, wo das Mendel'sche Viertel überschritten wird,

nehmen sie an, dass es sich um Ehen Homozygoter mit Homozygoten resp. Homozygoten mit Heterozygoten handle.

Kasuistische Beiträge von Puech, Lauritzen, Jullien, Friedenthal und anderen lassen ebenfalls eine erbliche Anlage erkennen mit dem Vater als Konductor der Anlage.

Zusammenfassung: Aus allen diesen Publikationen geht hervor, dass Zwillinge auf Grund einer erblichen Anlage entstehen können. Der Erbgang ist recessiv und geht nach den Mendel'schen Gesetzen vor sich. Bei der homozygot belasteten Frau kommt es zu doppelter Ovulation. Der Vater wirkt nur als Konductor, d. h. er kann selbst, auch bei homozygoter Belastung, keine Zwillinge hervorrufen.

Die letzte Annahme, dass der Vater nur als Konductor in Betracht komme, ist in zahlreichen Arbeiten wiederlegt worden. Diese Autoren, die die übrigen Punkte der obenangeführten Zusammenfassung anerkennen, zeigen, dass auch der Vater die Entstehung von Zwillingen bewirken kann.

Es ist besonders Hanhart, der diese Frage entscheidend gefördert hat. Er beweist mit seinem Stammbaum aus dem Friaul und mit den Sippschaftstafeln seines Schülers Gaudenz aus dem Engadin besonders eindrücklich die direkte Einwirkung der Zwillingsväter. Den Einfluss der väterlichen Erbmasse kann er in gegen 40% seiner Zwillingsgeburten nachweisen. Göhlert findet bei 132 Zwillingspaaren 62mal eine Manifestierung der Anlage durch den Vater und 70mal durch die Mutter. Olivier zeigt in 24 Familien mit Zwillingen 7mal eine rein väterliche Belastung. Davenport beweist anhand seiner grossen statistischen Untersuchungen, dass auch der Vater als Anlageträger in Betracht kommen muss. Er findet in seinen Familien häufig nur eine einseitige erbliche Belastung von Seiten des Vaters. Auch aus den von Curtius publizierten Stammbäumen geht deutlich hervor, dass sowohl die Mutter, als auch der Vater als Anlageträger in Betracht kommen. Für diese Ansicht sprechen noch viele Arbeiten und kasuistische Beiträge. So von von Speyr, Mirabeau, Bumm, Brattström, Strassmann, Rosenfeld, Gall, Eckert und Stöckel etc.

Nach der Meinung von Davenport ist bei der Frau die doppelte Ovulation die Regel. Normalerweise soll das männliche Sperma Letalfaktoren enthalten, die jeweilen nur 1 Ei zur Entwicklung kommen lassen. Ist nun der Vater ein homozygoter Anlageträger (betreffend Zwillingsschwangerschaften), so fehlen im Sperma die Letalfaktoren. Folglich können sich beide befruchteten Eier normal entwickeln.

Nach der Hypothese von Curtius enthält ein homozygoter Anlageträger im Sperma den Spaltungsfaktor, der die zweite Reifeteilung so abzuändern vermag, dass an Stelle von Ei und 2. Polkörperchen zwei befruchtbare Eizellen entstehen.

Zusammenfassung: Der Vater spielt nicht nur die Rolle eines Konductors, sondern er ist, wie es besonders aus der umfassenden Arbeit von Hanhart hervorgeht, im Stande durch direkte Einwirkung selbst die Entstehung von

Zwillingen hervorzurufen. Befindet sich die Anlage zu ZZ in homozygotem Zustand in der Erbmasse des Mannes, so können seine Spermatozoen auf eine noch unbekannte Weise die Entstehung von Zwillingen bewirken. Der Erbgang der Anlage ist der Gleiche, wie bei der Frau (s. oben).

b) Vererbung der Anlage zu EZ.

Die Feststellung von Weinberg (1901), dass für die Entstehung von EZ keine erbliche Anlage vorhanden sei, wurde lange Zeit als sichere Tatsache hingenommen.

Erst 1924 findet Weitz in der Verwandtschaft von EZ ein häufigeres Vorkommen von gleichgeschlechtlichen Zwillingen, als dies der Wahrscheinlichkeit entsprochen hätte. Er führt diese Beobachtung auf ein Überwiegen der Eineiigen zurück und glaubt die Ursache dazu in einer erblichen Anlage zu finden. Wehefritz lehnt diese Annahme auf Grund seiner Beobachtungen ab. Dahlberg glaubt aus seinen Statistiken auch für die Entstehung der EZ einen Erbgang zu finden. Sowohl der Vater, als auch die Mutter sollen die Entstehung von Zwillingen bewirken. Seine Statistik ist aber, wie er selbst einsieht, für einen solchen Schluss zu klein. Gaudenz findet in seiner Arbeit aus dem Engadin in den meisten Fällen nur ein isoliertes Vorkommen von EZ ohne Anhaltspunkte für einen Erbgang.

Von Verschuer schliesst aus seinen Statistiken, dass für Eineiige eine erbliche Anlage vorhanden sein müsse. In den Familien der von ihm bearbeiteten 102 EZ, ist die Frequenz der Eineiigen etwa 1,5mal so gross, als es der allgemeinen Erwartung entsprochen hätte. Er findet: «Dass in der Verwandtschaft von ZZ die Anzahl der verschiedengeschlechtlichen Zwillinge absolut und relativ grösser ist, als in der Verwandtschaft von EZ, und dass in der Verwandtschaft von EZ die Anzahl der gleichgeschlechtlichen Zwillinge absolut wohl geringer, relativ aber grösser ist, als in der Verwandtschaft von ZZ. Das Überwiegen der gleichgeschlechtlichen Zwillinge kann nur dadurch erklärt werden, dass die Eineiigen vermehrt sind und dies würde bedeuten, dass die EZ familiär gehäuft auftreten.» Bei der Entstehung von Zwillingen findet er für die EZ ein deutliches Überwiegen der väterlichen Seite, während für die ZZ die mütterliche von grösserem Einfluss zu sein scheint. Von Verschuer's Material ist aber statistisch nicht ganz einwandfrei, so dass es mit Recht von Curtius kritisiert worden ist.

Curtius findet in seinen Stammbäumen 17 Fälle mit sicherem Erbgang für die EZ-Entstehung. Später mit Korkhaus zusammen belegt er mathematisch statistisch die hohe Wahrscheinlichkeit einer erblichen Anlage zu EZ, wobei sowohl der Vater, als auch die Mutter als Anlageträger auftreten können. Noch später mit von Verschuer zusammen finden sie anhand von statistischen Berechnungen, dass ein Unterschied zwischen EZ und ZZ bezüg-

lich der Vererbung der Anlage zu Zwillingen nur insofern besteht, dass die Manifestation der Anlage bei den Eltern, Geschwistern oder Töchtern von EZ seltener ist, als dies bei den Eltern, Geschwistern oder Töchtern von ZZ der Fall ist.

Als Anlageträger kommt nach den obengenannten Autoren, sowohl der Mann (Sperma), als die Frau (Ei) in Frage. Zur Bildung von Zwillingen kann es durch den erblichen Spaltungsfaktor, durch die übertragbare Dysfunktion des Corpus luteum oder durch eine andere der genannten Theorien kommen.

Das Zahlenmaterial der angeführten Arbeiten scheint mir aber noch zu klein, um einen sicheren Schluss für eine erbliche Anlage zu Zwillingen zu ziehen.

Lenz lehnt die Möglichkeit einer speziellen Anlage zur Bildung von EZ strikte ab. Er weist anhand von Weinberg's Zahlenmaterial nach, dass bei den Geschwistern, Müttern und Töchtern von EZ keine erhöhte Zwillingsfrequenz vorhanden ist. Er nimmt vielmehr an, dass die Anlage für EZ bei allen Menschen vorhanden sei, und dass diese mit einer konstanten Manifestation von 0,35 % auftritt. Was die Ursache dieser Manifestation ist, gibt Lenz nicht an. Exogene Einwirkungen wie Klima, Rasse etc. lehnt er ab.

Zusammenfassung: Ob EZ auf Grund einer erblichen Anlage entstehen können, lässt sich zur Zeit noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Die vorliegenden Statistiken sind zu klein. Ich glaube jedoch, dass das gehäufte Vorkommen von EZ, wie das besonders aus der Arbeit von Curtius und von Verschuer hervorgeht, nicht reiner Zufall ist, sondern die Folge einer erblichen Anlage.

c) Vererbung einer gemeinsamen Anlage für EZ und ZZ.

Meyer gibt an, dass nach seinen Untersuchungen eine Beziehung zwischen den beiden Anlagen nicht ausgeschlossen sei. Dahlberg findet unter den späteren Geburten von 323 Müttern, die Zwillinge geboren haben, 25 Zwillingspaare; 19 sind gleich- und 6 verschiedengeschlechtlich. Mit der Weinberg'schen Differenzmethode errechnet er 12 Eineiige und 13 Zweieiige. Er folgert daraus, dass ein und dieselbe Erbanlage für ein- und zweieiige Zwillinge verantwortlich sei. Dieser Beweis ist aber, wie Lenz mit Recht einwendet, nicht schlüssig, da die Weinberg'sche Differenzmethode für ein so kleines Material nicht anwendbar ist. Curtius kann 9 Stammbäume zeigen, wo ZZ und EZ in derselben Familie oder Mehrlingsschaft gehäuft vorkommen. Nach Curtius Ansicht ist das Vorkommen der beiden Erscheinungen zu häufig, «als sich dies unter Unabhängigkeit der beiden Erscheinungen nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit erwarten liesse».

Als Anlageträger soll sowohl der Mann, als auch die Frau vorkommen. Zur Bildung der Zwillinge kommt es durch den Spaltungsfaktor, der je nach dem Zeitpunkt des Wirksamwerdens EZ oder ZZ hervorrufen kann.

Zusammenfassung: Das Vorliegen einer gemeinsamen Anlage ist zurzeit noch umstritten. Zu einem richtigen Beweis dieser Annahme braucht es ein viel grösseres statistisches Material, oder die Bestätigung des genialen Curtius'schen Spaltungsfaktor im Experiment.

Curtius und von Verschuer rechnen bei homozygotem Vorliegen der Anlage zu Zwillingsschwangerschaft mit einer Manifestation von 6 %, d. h. bei Eltern mit der Anlage zu Zwillingen hätten wir unter 100 Kindern 6mal Zwillinge. Es wird deshalb bei gehäuftem Vorkommen von Zwillingen in einer Sippe immer schwer sein zu entscheiden, ob diese auf Grund einer vererbten Anlage oder durch exogene Faktoren entstanden sind. (Leben doch viele Glieder einer Familie im allgemeinen unter den gleichen exogenen Einwirkungen von Rasse, Klima etc.) Bei Einzelfällen von Zwillingen ist dieser Entscheid überhaupt nicht möglich.

Für die ZZ ist das Vorliegen eines Erbganges der Anlage zu Zwillingen äusserst wahrscheinlich. Ob dies nur die durch Polyovulation entstandenen betrifft oder auch die durch den Spaltungsfaktor etc., ist noch nicht entscheidbar.

Für die Annahme einer erblichen Anlage zu EZ oder EZ und ZZ zusammen, liegen zu wenig brauchbare Statistiken vor.

Um eine erbliche Anlage zu Zwillingen überhaupt beweisen zu können, müssen wir zuerst die Entstehung der Zwillinge sicher aufklären, ob dies möglich sein wird, ist äusserst fraglich.

B. Spezieller Teil

An der Basler Frauenklinik gebar 1947 Frau C. Zwillinge. Aus ihrer Anamnese ging hervor, dass sie selbst ein Zwillingskind war, und dass ihre Mutter schon in einer früheren Ehe Zwillingen das Leben geschenkt hatte. Weiter gab sie an, dass unter den 22 Geschwistern ihrer Mutter (Kinder aus Ehe Frei-Lips) 6mal Zwillinge und 1mal Drillinge vorgekommen waren. (Nach mündlichen Aussagen von Nachkommen soll es sich sogar um 2 Drillingspaare gehandelt haben. Leider gelang mir dieser Nachweis nicht. Es scheint, dass das 2. Paar aus irgendwelchen Gründen als Zwillinge in die Register eingetragen wurde.)

Diese Ansammlung von Zwillingen war so auffallend, dass wir den Stammbaum der ganzen Sippe zusammengestellt haben.

Uns interessierten besonders 2 Fragen:

1. Finden wir diese Anhäufung von Zwillingen auch in den übrigen Teilen dieser Familie?
2. Was ist die Ursache dieser überdurchschnittlichen Zwillingshäufigkeit? Müssen wir dafür spezielle exogene Einflüsse verantwortlich machen, die, nach der Ansicht von Lenz, die in jeder Erbmasse vorhandene Anlage zu Zwillingsschwangerschaften zur Manifestation bringen? Oder können wir eine spezielle, nicht in jeder Erbmasse vorhandene, erbliche Anlage zu Zwillingsschwangerschaften nachweisen?

Wir sind uns klar, dass wir mit dieser Arbeit nur einen kleinen Beitrag zum Problem Vererbung leisten können. Die Vererbung der Anlage zu Zwillingsschwangerschaften lässt sich anhand einer Familie andeutungsweise zeigen. Die sichere Lösung der Frage scheint uns aber nur mit einem zahlenmässig grossen und unausgelesenen Material auf statistischem Wege möglich.

Als Ausgangspunkt unserer Nachforschungen nahmen wir die Familie Frei-Lips aus Dietikon bei Zürich. In absteigender Linie (d. h. die auf das Ausgangsehepaar folgenden Generationen) ist der Stammbaum, mit Ausnahme der Vorfahren der eingeheirateten Ehemänner resp. Ehefrauen, vollständig angegeben. Die Vorfahren der eingeheirateten Partner haben wir jeweilen bis zu den Grosseltern untersucht, um eine fragliche weitere Belastung nachzuweisen resp. auszuschliessen. Dieser Nachweis ist uns mit Ausnahme des

Partners der 1873 geborenen Tochter Frei nirgends gelungen. Wir haben deshalb einen Ausschnitt aus dessen Sippschaftstafel in unseren Stammbaum aufgenommen; die übrigen Tafeln aber nicht zur Darstellung gebracht. In aufsteigender Linie haben wir, um nur ganz einwandfreie Angaben aus den Kirchenbüchern zu verwenden, jeweilen nur die direkten Vorfahren angegeben.

Die Nachforschungen für die Sippschaftstafel wurden uns erleichtert, indem die Ahnen der Familie Frei-Lips vorwiegend im alten Amte Dietikon lebten, d. h. in den Gemeinden Dietikon, Spreitenbach und Boltenswil.

Bei den Vorfahren des Ehepaares Frei-Lips haben wir in direkter Linie, sowohl auf der Seite des Vaters, als auch auf der Seite der Mutter Zwillinge. Auf der väterlichen Seite gelingt der Nachweis nur beim Vater des Joh. Frei. Die Eltern seiner Mutter waren nicht aufzufinden, da diese unehelich geboren wurde. Auf der mütterlichen Seite sind Zwillinge auf beiden Seiten vorhanden. Wir konnten dies auf der Seite des Vaters der Rosina Lips im Stammbaum leider nicht zeigen. Die diesbezüglichen Angaben aus dem 17. Jahrhundert und anfangs des 18. Jahrhunderts scheinen nicht absolut zuverlässig zu sein. Auf der mütterlichen Seite finden wir vorwiegend drei Familien aus Spreitenbach: Locher, Lienberger und Lips, die sich dauernd untereinander verschwägert haben.

Da alle Mitglieder dieser Sippe protestantisch waren, konnten wir die notwendigen Angaben in den Kirchenbüchern der Pfarrei Dietikon finden.

Ursprünglich Bauern wurden später viele Familienglieder Handwerker, Fabrik- und Hilfsarbeiter. Gleichzeitig mit dem Wechseln des Berufes nehmen die Kinderzahlen rapid ab. Uneheliche Kinder und Scheidungen häufen sich, und die Familie verteilt sich über die ganze Schweiz.

Der Stammbaum beginnt in der Mitte des 18. Jahrhunderts und umfasst heute 7 Generationen. Es handelt sich um 59 Ehen mit 199 Kindern. Der etwas niedrige Kinderdurchschnitt von 3,4 Kindern pro Ehe ist bedingt durch die Art der Darstellung, da bis zum Ausgangsehepaar nur die direkten Vorfahren angegeben worden sind.

Wir finden 13 Zwillingspaare und 2 Drillingspaare. 6 davon sind Pärchenzwillinge, 2 Paare sind je 2 Mädchen und 5 Paare je zwei Knaben. Über die Erbgleichheit oder die Erbverschiedenheit der 7 gleichgeschlechtlichen Zwillingspaare konnten wir leider nur wenig in Erfahrung bringen. 5 Paare sind innerhalb der ersten Lebensjahre gestorben. Die beiden übrigen Zwillingspaare und die 2 Knaben unter den 1907 geborenen Drillingen sind nach Aussagen von jetzt noch lebenden Geschwistern und Dorfbewohnern äusserlich so verschieden, dass Erbgleichheit ausgeschlossen werden kann. Die Weinberg'sche Differenzmethode lässt sich nicht anwenden, da das Material zahlenmässig zu klein ist.

Zwillinge treten mit Ausnahme der 4. in allen Generationen auf. Zu einer abnormen Häufung kommt es in der 5. Generation beim Ausgangsehe-

paar Frei-Lips. In 15 Graviditäten hat Frau Frei 6mal Zwillinge, 1mal Drillinge und 8mal Einlinge geboren. Neben einer ausnehmend grossen Fruchtbarkeit finden wir noch die Abnormität von 7 Mehrlingsgeburten. In der 6. Generation gebärt eines der Einlingskinder mit 2 verschiedenen Ehemännern 2mal Zwillinge. Eines dieser Zwillingskinder, Frau C. (s. oben), bringt in der 7. Generation wiederum Zwillinge zur Welt.

Von den 13 Zwillingspaaren sind 9 innerhalb der ersten zwei Lebensjahre gestorben. Von den Überlebenden haben 5 in einer Ehe Kinder gezeugt; d. h. von vornherein ist eine gewisse Zahl von sicheren Anlageträgern ausgeschaltet worden.

Wie kommt es nun zu dieser überdurchschnittlichen Anhäufung von Zwillingen? Sie sind in der absteigenden Linie seltener, als in der aufsteigenden Linie.

1. Diese Tatsache kann für die Theorie von Lenz sprechen. Bis zum Ehepaar Frei-Lips lebten fast alle Familien im alten Amte Dietikon. Wenn es uns gelingt, spezielle exogene Momente für dieses nachzuweisen, so hätten wir einen Beweis für die Annahme von Lenz; denn die absteigende Generation, die über die ganze Schweiz verteilt lebt, wäre diesen Einflüssen nicht mehr ausgesetzt und hätte deshalb nur eine für die Schweiz normale durchschnittliche Zwillingshäufigkeit.
2. Diese Tatsache spricht aber auch für eine erbliche Anlage. Da die Vorfahren des Ehepaares Frei-Lips vielfach untereinander geheiratet haben, es lebten ja die meisten in der Umgebung von Dietikon, sind alle Voraussetzungen vorhanden, dass eine recessiv vererbte Anlage manifest wird. In der Generation, die auf das Ausgangsehepaar Frei-Lips folgt, haben wir durch die grosse Sterblichkeit der Zwillinge schon von vornherein eine Verminderung der Zahl von sicheren Anlageträgern. Zweitens ist das Manifestwerden einer recessiven Anlage, sobald es sich nicht mehr um Verwandtschaftsehen handelt, äusserst stark dem Zufall unterworfen.

Betrachten wir nun die beiden Möglichkeiten.

a) Umweltsfaktoren.

Rasse, Klima, Stadt und Land und Ernährung spielen in dieser Familie wohl keine besondere Rolle; d. h. keiner dieser vier Faktoren weist eine Besonderheit auf, die ihn für die Zwillingshäufigkeit verantwortlich machen könnte. Im schweizerischen Mittelland, wo die meisten Einwohner unter ähnlichen Bedingungen leben, haben wir eine durchschnittliche Zwillingshäufigkeit von 1,25 %.

Das Alter der Mutter mag einen gewissen Einfluss haben. 55 % aller Mütter haben ihre Zwillinge im Alter von 30—35 Jahren geboren, 29 % im Alter von 25—30 Jahren und 16 % im Alter von 35—40 Jahren.

Die Wirkung der vorausgegangenen Geburten und die allgemeine Fruchtbarkeit kann wegen des zahlenmässig zu kleinen Materials nicht richtig erfasst werden.

Zusammenfassung: Umweltsfaktoren sind mit Ausnahme des Alters der Mutter ohne erfassbare Besonderheiten. Sie scheinen keine ausschlaggebende Rolle in diesem Fall für die Zwillingshäufigkeit zu spielen.

b) Erbliche Anlage zu Zwillingsschwangerschaften.

Für die Annahme eines recessiven Erbganges der Anlage zu zweieiigen Zwillingsschwangerschaften, bei dem beim Vorliegen des Gens in homozygotem Zustand, sowohl der Vater, als auch die Mutter Urheber von Zwillingen sein können, liegen folgende Beweispunkte vor. (Ob die Anlage nur ZZ oder auch EZ oder EZ und ZZ gemeinsam betrifft, kann in diesem Falle nicht entschieden werden.)

1. Es sind hauptsächlich vier Familien — Frei, Locher, Lienberger und Lips —, die dauernd untereinander geheiratet haben. Aus den Kirchenbüchern ist ersichtlich, dass Zwillinge in allen vier Familien überdurchschnittlich häufig vorkommen. Durch die vielen Verwandtschaftsehen kommt es zu einer Anhäufung des Gens «Zwillingsschwangerschaft» in heterozygotem und homozygotem Zustand = Innzucht in sicher mit dem Gen «Zwillinge» belasteten Familien.
2. Die Vorfahren der Familie Frei-Lips stammten meistens aus dem alten Amte Dietikon. Fremde wurden selten heimgeführt; d. h. wir haben es mit Ehen aus einem relativ gut abgegrenzten Gebiet zu tun, was für die Verbreitung einer Erbanlage in einer Bevölkerung von grosser Wichtigkeit ist. = Abgegrenztes Gebiet.
3. Die 7 Mehrlingsgeburten beim Ausgangsehepaar Frei-Lips können dadurch entstehen, dass wir es mit einer Heirat von 2 homozygoten oder 1 homo- und 1 heterozygotem Erbträger zu tun haben; d. h. Heirat von 2 sicher belasteten Erbträgern.
   = Bei beidseitiger sicherer Belastung mit dem Gen Zwillingsschwangerschaft, kann es zu einer Anhäufung von Zwillingen kommen.
4. Für einen recessiven (nicht dominanten) Erbgang spricht weiter, dass wir bei Zwillingen, mit einer Ausnahme, unter den direkten Nachkommen keine weiteren Zwillinge finden.
5. Über die Urheberschaft der Zwillinge finden wir im vorliegenden Stammbaum folgendes. Eine direkte Einwirkung des Vaters ist 2mal möglich. Da aber jeweilen die Mutter auch mit dem Gen Zwillingsschwangerschaft belastet ist, kann über den Urheber der Zwillinge nicht entschieden werden.

In den übrigen Fällen betrifft die Zwillingsbelastung nur die Mutter. Wir dürfen daraus aber wegen der Kleinheit des Materials keinen negativen Schluss, was den Vater betrifft, ziehen.

Zusammenfassung: Diese Ahnentafel ist ein gutes Beispiel für die Annahme einer speziellen erblichen Anlage zu Zwillingsschwangerschaften. Sowohl die Mutter, als auch evtl. der Vater, kommen als Urheber von Zwillingen in Frage. Für einen recessiven Erbgang spricht, dass Zwillinge häufig in Verwandschaftsehen, in einem abgegrenzten Gebiet, vorkommen. Ob neben den ZZ auch EZ oder ZZ und EZ gemeinsam vererbt werden, ist aus der vorliegenden Ahnentafel nicht ersichtlich. Umweltfaktoren scheinen keinen ausschlaggebenden Einfluss zu haben.

Zusammenfassung

Anhand einiger Beispiele aus dem Tierreich wird zuerst gezeigt, wie Mehrlinge experimentell durch rein mechanische, chemische oder physikalische Beeinflussung des Eis hervorzurufen sind.

Beim Menschen erklärt man sich das Entstehen der Zwillinge, um allen Erbtheorien gerecht werden zu können, durch verschiedene Möglichkeiten:

Für die ZZ ist dies möglich 1. durch Polyovulation, 2. durch den Curtius'schen Spaltungsfaktor, der die zweite Reifeteilung so abzuändern vermag, dass an Stelle von Ei und zweitem Polkörperchen zwei befruchtbare Eizellen entstehen.

Für die EZ ist dies möglich 1. wieder durch den Spaltungsfaktor, der aber in diesem Fall erst nach der Reifeteilung zur Wirkung kommt, 2. durch zweiköpfige Spermien oder durch doppelkernige Eier, 3. durch hypoplastische oder atrophische Uterusschleimhaut, 4. durch eine Dysfunktion des Corp. Luteum.

Nach Hellin haben wir eine Zwillingsgeburt auf 80 Einlingsgeburten. Drillinge $1 : 80^2$ etc. Die Unterscheidung der EZ von den ZZ ist nach der heutigen Erkenntnis nicht mehr ausschliesslich durch die Eihautdiagnose möglich. Es hat sich gezeigt, dass auch Bichoriaten und Biamnioten eineiig, resp. erbgleich sein können. Ca. 25 % aller Zwillingsgeburten sind EZ, oder auf rund 340 Geburten haben wir eine eineiige Zwillingsgeburt. Die Berechnung der EZ aus umfangreichen Statistiken ist auch mit der Weinberg'schen Differenzmethode — einer Wahrscheinlichkeitsrechnung — möglich.

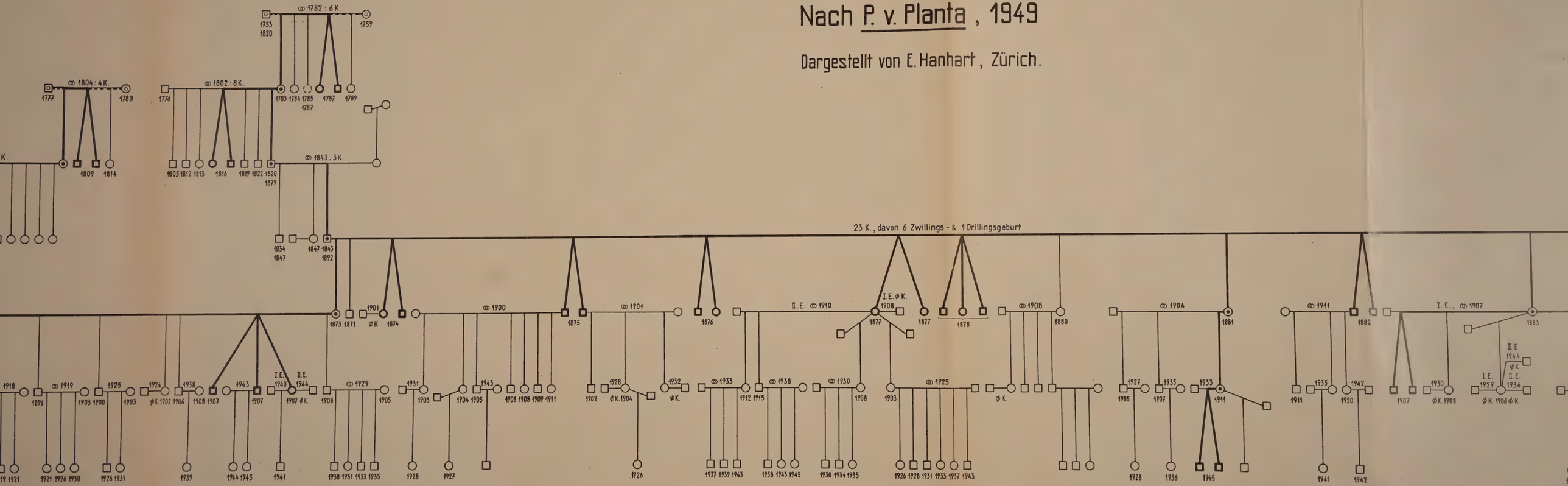
Nach Lenz soll die Anlage zu Zwillingsschwangerschaften in jeder Erbmasse vorhanden sein. Die Unterschiede in der Zwillingshäufigkeit sollen einzig durch exogene Faktoren, wie Rasse, Klima, Stadt und Land, Ernährung, Alter der Mutter, frühere Geburten und allgemeine Fruchtbarkeit, bedingt sein. Es ist jedoch äusserst schwierig, diese Einwirkungen voneinander zu trennen und ihren Einfluss genau zu erfassen. Rasse, Klima und Alter der Mutter haben sicher eine Einwirkung auf die Polyovulation. Dies genügt aber nicht, um das gehäufte Vorkommen von Zwillingen zu erklären.

Wie aus vielen Publikationen hervorgeht, lässt sich das gehäufte Vorkommen von Zwillingen in einer Sippe durch eine erbliche Anlage zur Zwil-

Sehr starke Häufung von Mehrlingsgeburten bei doppelseitiger entsprechender "Belastung" einer Zürcher

Nach P. v. Planta, 1949

Dargestellt von E. Hanhart, Zürich.



lingsschwangerschaft erklären. Der Erbgang der Anlage zu Zwillingen geht nach den Mendel'schen Gesetzen vor sich und scheint recessiv zu sein. Bei homozygoter Belastung kann sowohl der Vater, als auch die Mutter, auf eine noch unbekannte Weise, Urheber von Zwillingen sein. Die Entstehung von Zwillingen auf Grund einer erblichen Anlage gilt sicher für die ZZ. Ob eine solche auch für EZ oder eine gemeinsame Anlage für EZ und ZZ besteht, kann auf Grund der heute vorliegenden Statistiken noch nicht entschieden werden.

Im speziellen Teil wird anhand einer Sippschaftstafel die Vererbung der Anlage zu Zwillingsschwangerschaften demonstriert. Die Ahnentafel ist ausgehend von einem Ehepaar, das in 15 Schwangerschaften 6mal Zwillinge, 1mal Drillinge und 8mal Einlinge gezeugt hatte, aufgestellt worden. Sie eignet sich ausgezeichnet zur Demonstration einer nach den Mendel'schen Gesetzen recessiv vererbten Anlage zu Zwillingsschwangerschaften. Sowohl der Vater, als auch die Mutter bewirken die Entstehung von Zwillingen. Welche Arten von Zwillingen vererbt werden, ob nur ZZ oder EZ oder auch EZ und ZZ gemeinsam, ist aus dem vorliegenden Stammbaum nicht ersichtlich.

Ausschlaggebende Umweltfaktoren für die überdurchschnittliche Zwillingshäufigkeit konnten hier nicht nachgewiesen werden.

Autorenverzeichnis

Baudouin: Sechslingsgeburten. Gaz. Méd. 12. — *Bertillon J.:* La gémélité selon l'âge de la mère et le rang chronologique de l'accouchement. Journal de la société de statistique de Paris, Vol. 39. — *Bonnevie und Svedrup:* Hereditary predispositions to dizygotic twinbirth in Norwegian peasant families. J. Genet. 16. — *Bromann:* Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Über atypische Spermien und ihre mögliche Bedeutung. Anat. Anz. 21. — *Bumm:* Grundriss zum Studium der Geb.-Hilfe.

Curtius, Fr.: Über erbliche Beziehungen zwischen ein- und zweieiigen Zwillingen und die Mehrlingsschwangerschaft im allgemeinen. Z. Konstlehre, 13. Nachgeburtsbefunde bei Zwillingen und Ähnlichkeitsdiagnose, Arch. Gyn. 140. — *Curtius, Fr. und von Verschuer, O.:* Die Anlage zur Entstehung von Zwillingen und ihre Vererbung. Arch. Rassenbiol. 26.

Dahlberg: Twin birth and twins from a heredity point of view. Über die Vererbung der Neigung zu Zwillingsschwangerschaft und über potentielle Fruchtbarkeit im Lichte einer Theorie über Polyovulation beim Menschen. Z. Geb. 99. — *Davenport:* Is there inheritance of twinning tendency from the father's side. Z. Abstammungslehre, Suppl. 1. — *Döderlein:* Handbuch der Geb.-Hilfe. — *Duncan:* On some laws of the production of twins. — *Dunning:* Doppelter Uterus und Vagina. Zentralblatt für Gyn. 13.

Engelhorn: Die mehrfache Schwangerschaft und Geburt. In Halban und Seitz: Biologie und Pathologie des Weibes. — *Eckert:* Die Zwillingsgeburten im Oberamt Tübingen aus den Jahren 1901—1925, Inaug. Diss.

Galinsky: Zwillings- und Mehrlingsgeburten an der Basler Frauenklinik, Inaug. Diss. — *Gaudenz:* Beiträge zur Biologie zweieiiger Zwillinge anhand von 142 Sippschaftstafeln, Inaug. Diss. — *Goehlert:* Die Zwillinge. Ein Beitrag zur Physiologie des Menschen. Virchows. Arch. für path. Anat. 81. — *Grabe, E.:* Über Zwillingsgeburten als Degenerationszeichen, Arch. für Psych. Band. 65.

Heidenhain: Formen und Kräfte in der lebendigen Natur. — *Hellin:* Die Ursache der Multiparität der unipaaren Tiere überhaupt und der Zwillingsschwangerschaft beim Menschen insbesondere. — *Hirt:* Zur Kenntnis der Zwillingsschwangerschaft. Inaug. Diss. — *Hust:* Über 100 Fälle von Zwillingsschwangerschaft. Inaug. Diss.

v. Ihering: Fortpflanzung der Gürteltiere.

Kalmus: Zwillinge als Belastungszeichen. Zentralblatt für die ges. Psychiatrie und Neurologie. — *Kleinwächter:* Die Lehre von Zwillingen. — *Komai Taku und Gorô Fukuoka, Japan:* Häufigkeit der Mehrlingsgeburten in Japan. Z. Morph. u. Anthrop. 31.

Lenz: Zur Frage der Ursache von Zwillingsgeburten, Arch. Rassenbiol. 27. — *Lenz und von Verschuer:* Zur Bestimmung des Anteils von Erbanlage und Umwelt an der Variabilität. — *Lenz:* Inwieweit kann man aus den Zwillingsbefunden auf Erbbedingtheit oder Umwelteinflüsse schliessen. Dtsch. Med. Wchschr. 1. 1935. — *Lichtenstern:* Über das Vorkommen und die Bedeutung der supranummerären Brüste und Brustwarzen. Virchows. Archiv. 1878. — *Lotze, R.:* Einführung in die Geb.-Hilfe. — *Lugnon, M.:* Contribution à l'étude de la grossesse géméllaire. Inaug. Diss.

Martius: Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie, Halban Seitz, Biologie und Pathologie des Weibes. — *Meyer, H. Chr.:* Zur Vererbung der Zwillingsschwangerschaft. Arch. Rassenbiol. 26. Zur Biologie der Zwillinge. Z. Geb. 79.

Neefe: Zur Statistik der Mehrlingsgeburten. — *Newman and Patterson:* A case of norm. identical Quadruplets in the 9 band. Armadilla.

Oliver: The heredity tendency to twinning. Eugenic. Rev. 1912. — *Orel:* Über die Häufigkeit eineiiger Zwillinge. Arch. Gyn. 129.

Patellani: Die mehrfachen Schwangerschaften ... Z. Geb. Gyn. 35. — *v. Patov:* Genetische Untersuchungen an Zwillingen. — *Prinzing:* Örtl. Verschiedenheit der Zwillingshäufigkeit und deren Ursache. Z. Geb. 60. — *Prinzing:* Häufigkeit der EZ nach Alter der Mutter und Geburtenfolge. Z. Geb. 61. — *Popoff:* Du rôle de la syphilis dans la grossesse géméllaire. Inaug. Diss. — *Puech:* Des accouchements multiples en France et dans les principales contrées de l'Europe.

Richter: Zwillings- und Mehrlingsgeburten bei unseren deutschen Haustieren. — *Rosenfeld:* Zur Frage der vererblichen Anlage zu Mehrlingsgeburten. Z. Geb. und Gyn. 50. — *Rumpe:* Über einige Unterschiede zwischen eineiigen und zweieiigen Zwillingen. Z. Geb. und Gyn. 25. — *Ruppin:* Die Zwillingsgeburten im letzten Jahrzehnt. Dtsch. Med. Wochenschrift. 1901. 1. — *Rychlewicz:* Zusammenstellung der mehrfachen Geburten .... an der Frauenklinik München. Inaug. Diss.

Schlaginhaufen: Die Vierlingsgeschwister Gehri. — *Siemens:* Einführung in die allgemeine Konstitution und Vererbungspathologie. Zur Diagnose der Eineiigkeit oder der Zweieiigkeit der Zwillinge. — *von Speyr:* Die mehrfachen Geburten in ihren erblichen Beziehungen. Inaug. Diss. — *Sobotta:* Neuere Anschauungen über die Entstehung der Doppel-(Miss)bildungen, mit besonderer Berücksichtigung der Zwillinge. Stud. Pat. Entw. 1. — *Steiner, F.:* Nachgeburtsbefunde bei Mehrlingen und Ähnlichkeitsdiagnose. Arch. Gyn. 159. — *Stöckel:* Lehrbuch der Geburtshilfe. Über Teilungsvorgänge in Primordialeiern bei einer Erwachsenen. Arch. Mikr. Anat. 53. — *Stöcklin:* Mehrlingsgeburten an der Basler Frauenklinik. Inaug. Diss. — *Strassmann:* Die mehrfache Schwangerschaft. In Winckel Lehrbuch der Geburtshilfe.

v. Verschuer: Grundlegende Fragen der vererbungsbiologischen Zwillingsforschung. Münch. Med. Wschr. 2, 1926. Grundlagen der menschlichen Mehrlingsforschung. Z. Abstammungslehre 61. Die vererbungsbiologische Zwillingsforschung. Erg. Innere Medizin, 31. Neue Ergebnisse der Zwillingsforschung. Arch. Gyn. 156. Konstitution und Erbbiologie. Erblehre und menschliche Rassenhygiene. Leitfaden der Rassenhygiene.

Weber, F.: Die mehrfache Schwangerschaft. Inaug. Diss. — *Wehefritz, E.:* Über die Vererbung der Zwillingsschwangerschaft. Z. Konstitutionslehre, 9. Die Mehrlingsbildung beim Menschen und ihre Vererbung. Handbuch der Erbbiologie des Menschen. — *Weinberg:* Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Mehrlingsgeburten. Pflüger Archiv, 88. Neue Beiträge zur Lehre von Zwillingen. Z. Geb. und Gyn. 48. Anlage der Mehrlingsgeburt beim Menschen und ihre Vererbung. Arch. Rasse und Ges. 6. Methoden und Technik der Statistik. Handbuch der sozialen Hygiene und Gesundheitsfürsorge. Zur Berechnung der Häufigkeit von eineiigen Zwillingen. Arch. Gyn. 133. — *Weitz:* Studien an eineiigen Zwillingen. Z. Klin. Med. 1. — *Wenner, R.:* Mehrlingsschwangerschaft und Geburt aus Koller Lehrbuch der Geburtshilfe. — *Wiedersheim:* Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit.

Zimmermann: Über die gyn. und geb. Bedeutung der Doppelmissbildungen des weiblichen Genitale. Arch. für Gyn. Band 122.

Curriculum vitae

Ich wurde am 20. November 1923 als Sohn des Fortunat von Planta aus Susch und der Marguerite Riggenbach aus Basel geboren. Von 1930—1934 besuchte ich die Primarschule und von 1935—1942 das Humanistische Gymnasium in Basel.

Mein vorklinisches Studium schloss ich 1944 mit der anatomisch-physiologischen Vorprüfung in Basel ab. Nach 7 weiteren Semestern an der Universität Basel bestand ich im Frühjahr 1948 das Eidgenössische Staatsexamen.

Nachwort

Herrn P.D. Dr. med. Robert Wenner möchte ich hier noch für seine zuvorkommende Hilfe und alle seine Ratschläge danken.

Auch Herrn Prof. E. Hanhart, der mich bei der graphischen Darstellung meines Stammbaumes unterstützt hat, bin ich zu Dank verpflichtet.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einleitung 3

A. Allgemeiner Teil 5

I. Zwillingsbildung bei Tieren und Pflanzen 5

II. Entstehung der Zwillinge 6

a) Entstehung der zweieiigen Zwillinge 6
b) Entstehung der eineiigen Zwillinge 7

III. Häufigkeit der Mehrlinge 10

a) Berechnung nach Hellin 10
b) Statistische Beweise dieser Zahlenverhältnisse 10
c) Verhältnis EZ zu den ZZ 11
d) Differenzmethode nach Weinberg 13
e) Berechnung der Häufigkeit von wiederholten Zwillingsgeburten . 14

IV. Umweltsfaktoren und Zwillingshäufigkeit 15

a) Rasse 16
b) Klima 17
c) Stadt und Land 17
d) Ernährung 18
e) Alter der Mutter und frühere Geburten 18
f) Allgemeine Fruchtbarkeit 20

V. Atavismus und Zwillingshäufigkeit 21

VI. Vererbung der Anlage zu Zwillingen 22

a) Vererbung der Anlage zu ZZ 22
b) Vererbung der Anlage zu EZ 24
c) Vererbung einer gemeinsamen Anlage zu EZ und ZZ . . . 25

B. Spezieller Teil 27

Zusammenfassung 32

Autorenverzeichnis 34